

**ESTABILIZACIÓN DE DIETAS PARA ALIMENTACIÓN DE PECES**  
**A PARTIR DE INSUMOS AGROPECUARIOS**  
**(Harina de Carne, Salvado de Arroz y Frutas)**  
**PRODUCIDOS EN EL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA**

**ROBINSON RODRIGO ROSADO CÁRCAMO**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA**  
**ESPECIALIZACIÓN EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**  
**SANTA MARTA**

**1998**

Universidad del Magdalena	
BIBLIOTECA GENERAL	
No. _____	Si _____
Fecha _____	V. _____
Valor \$ _____	
Librería _____	
Compra ( ) Canje ( ) Donación ( )	

**ESTABILIZACIÓN DE DIETAS PARA ALIMENTACIÓN DE PECES  
A PARTIR DE INSUMOS AGROPECUARIOS  
(Harina de Carne, Salvado de Arroz y Frutas)  
PRODUCIDOS EN EL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA**

**ROBINSON RODRIGO ROSADO CÁRCAMO**  
Ingeniero pesquero

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
ESPECIALISTA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**Presidente de Tesis: GUILLERMO ARRÁZOLA**  
Ingeniero de Alimentos

**Jurado: JULIO CANDANOZA C.**  
Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
INSTITUTO DE FORMACION AVANZADA  
ESPECIALIZACIÓN EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS  
SANTA MARTA**

**1998**

PTA  
00007  
Ej. 1

024920

Nota de aceptación:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Presidente de Tesis

\_\_\_\_\_  
Jurado

\_\_\_\_\_  
Jurado

Santa Marta, enero de 1998

***A Dios***

***A mis hijos***

***y demás familiares***



## **AGRADECIMIENTOS**

El autor del trabajo expresa de manera muy sincera agradecimientos al doctor Guillermo Arrázola, Ingeniero de Alimentos y Coordinador del Programa Ingeniería de Alimentos de la Universidad de Córdoba, por su apoyo a esta iniciativa y al equipo de investigadores del Centro de Investigaciones de Piscicultura Continental; Ingeniero Víctor Atencio y los Biólogos Emilio Cura y Pedro Ricardo Dueñas, quienes estuvieron pendientes de los resultados durante la realización del Estudio.

Al Tecnólogo Acuicultor Arnaldo Tapia Ramos quien desinteresadamente prestó las instalaciones y la maquinaria de la finca Sevilla para la elaboración de las dietas.

Al Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, oficina Montería y a los funcionarios de esta, Ingeniera Luz Marina Arias, Jefa de Oficina, Evila Jarava de la Ossa, Secretaria y Estela Paternina Tapia, Auxiliar. Los cuales colaboraron en el desarrollo de la investigación.

Al equipo de trabajo de Laboratorio de Química de la Universidad del Magdalena en cabeza del doctor Armando Lacera Rúa, por la confiabilidad de sus datos y un reconocimiento especial al doctor José Antonio Camargo, profesor de Seminario en el Postgrado de Ciencia y Tecnología.

A todos ellos

¡Gracias!

## CONTENIDO

	Pag.
1. EL PROBLEMA	3
1.1 DESCRIPCIÓN	3
1.2 FORMULACIÓN (PREGUNTA)	4
2. OBJETIVOS	5
2.1 OBJETIVOS GENERALES	5
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
3. JUSTIFICACIÓN	7
3.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA	7
3.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL	7
3.3 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA	8
4. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	9
4.1 LIMITACIONES DE ESTUDIO	9
4.2 MÉTODO	10
4.3 TEORIA SOBRE LA APLICACIÓN DE DIETAS	10

4.4 TIEMPO DE EJECUCION	11
5. MARCO DE REFERENCIA	12
5.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
5.2 MARCO TEÓRICO	19
5.2.1 Proceso de Elaboración de Dietas	19
5.2.2 Molienda	20
5.2.3 Mezclado	20
5.2.4 Peletizado	21
5.2.5 Procesamiento del Arroz	22
5.2.6 Obtención de Harina de yuca	23
5.2.7 Composición Proximal de Algunos Productos y Cereales Utilizados en la Fabricación de Alimentos Concentrados.	23
6. MATERIALES Y MÉTODOS	24
6.1 POBLACIÓN Y MUESTRA	24
6.2 DESCRIPCION DEL SITIO DE TRABAJO	24
6.3 PREPARACION DE LAS DIETAS	26
6.4 ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN Y METODOLOGIA	30
6.4.1 Etapa de Diagnóstico	30
6.4.2 Etapa Experimental de Fabricación y Estabilización de Dietas	30
6.4.3 Pruebas Bromatológicas de Dietas	30
6.5 PROCEDIMIENTO A SEGUIR EN EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.	30

7. RECURSOS	31
7.1 FINANCIEROS	31
7.2 HUMANOS	31
7.3 APOYO LOGÍSTICO	32
8. RESULTADOS Y DISCUSION	33
8.1 DIAGNOSTICO DE PRODUCTOS AGRICOLAS DE CORDOBA	33
8.2 COMPOSICION BROMATOLOGICA DE LOS INGREDIENTES	39
8.3 COMPOSICION DE LAS DIETAS CALCULADAS SEGÚN PERSON MODIFICADO .	42
8.4 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ELABORACION DE LAS DIETAS	46
8.5 BROMATOLOGIA DE LAS DIETAS FABRICADAS	47
8.5.1 Importancia de las Proteínas en las Dietas	50
8.5.2 Importancia de los Minerales en las Dietas	54
8.6 COSTOS	58
8.6.1 Costos de la Dieta I	58
8.6.2 Costos de la Dieta II	58
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
BIBLIOGRAFÍA	61



## LISTA DE TABLAS

	<b>Pag.</b>
Tabla 1. Principales productos agrícolas del departamento de Córdoba, área cosechada, producción y rendimiento para cultivos transitorios 1993-1996	34
Tabla 2. Principales productos agrícolas del departamento de Córdoba, área cosechada producción y rendimiento obtenido para cultivos permanentes 1991-1996.	35
Tabla 3. Composición proximal de subproductos de cereales expresados en porcentaje por peso del producto como alimento: Agua-H <sub>2</sub> O, Proteína Cruda-CP; Lípidos o Extractos Etéreo - EE; Fibra Cruda-CF; Extractos Libres de Nitrógeno-NFE; Cenizas Calcio-CA y Fósforo-P.	37
Tabla 4. Promedio de la composición de Aminoácidos Esenciales (AAE) de Subproductos de cereales expresados en porcentajes por peso sobre la base de alimentos.	38
Tabla 5. Composición proximal de algunos productos utilizados para la elaboración de dietas para peces: Agua-H <sub>2</sub> O, Proteína cruda-CP; lípidos o extractos etéreos; Fibra cruda-CF; Extractos libres de Nitrógeno-NFE; Cenizas Calcio-CA y Fósforo-P.	38
Tabla 6. Composición de Aminoácidos Esenciales (AAE) de algunos productos utilizados en la fabricación de alimentos concentrados.	39
Tabla 7. Contenido de la vitamina de la premezcla anti-estrés (Minaviar) por cada 100 g.	40

Tabla 8. Requerimientos nutricionales de Proteína Bruta (P.B.) Energía Digestiva (E.D.); Extracto Etéreo (E.E.); Fibra Bruta. (F.B); Calcio Ca; y Fósforo, P del <i>Piaractus mesopotamicus</i> (Pacú) en diferentes fases.	40
Tabla 9. Muestra de la composición proximal de las materias primas para el balanceo de la Dieta II.	41
Tabla 10. Composición Bromatológica de las materias primas utilizadas para el balanceo de la Dieta II.	41
Tabla 11. Composición de la Dieta I calculada según Pearson Modificado	42
Tabla 12. Composición de la Dieta I calculada según Pearson Modificado, el porcentaje de participación de los ingredientes y su costo	43
Tabla 13. Requerimientos Máximos y Mínimos del Pacú ( <i>Piaractus mesopotamicus</i> ) comparado con la Dieta II.	44
Tabla 14. Composición de la Dieta II, según Person Modificado; el porcentaje de participación de los ingredientes y su costo.	45
Tabla 15. Análisis Bromatológicos de la Dieta I, obtenida a partir de Harina de Carne, Salvado de arroz, Premezcla Vitamínica y Sal de ganado.	47
Tabla 16. Análisis Bromatológico de la Dieta II, obtenga a partir de Harina de Carne, Salvado de Arroz, Premezcla Vitamínica, Guineo Maduro y Sal de Ganado.	49
Tabla 17. Requerimientos proteínicos de los peces (expresados como porcentaje de la Dieta Seca.	52
Tabla 18. Requerimiento de minerales de los peces	53
Tabla 19. Composición del alimento que vende Finca	53
Tabla 20. Determinación del costo del kilogramo concentrado de la Dieta I	58
Tabla. 21 Determinación del costo de producción del kg. de la Dieta II	58

## **LISTA DE FIGURAS**

	<b>Pag.</b>
Figura 1. Instalaciones de la Finca Peces y Alevinos. Planta de Concentrado	25
Figura 2. Area de Producción de la Finca Peces y Alevinos	25
Figura 3. Molino Corona No.32 utilizado para peletizar	27
Figura 4. Muestra de Pelets	28
Figura 5. Secado al sol del Pelets	29



## RESUMEN

La investigación se realizó durante el periodo de 01.05.96 y 01.03.97, la cual permitió establecer el Potencial Agrícola Pecuario con que cuenta el departamento de Córdoba para la fabricación de alimentos concentrados para peces; determinándose que la producción de arroz fue de 83.067 ton/año, con una producción de salvado de arroz de 6444.5 ton/año. Esta se puede mezclar con Harina de Carne, cuya producción en el departamento alcanzan las 300 ton/año (Frigosinú, 1997), acompañándose de productos comerciales como las Premezclas Vitamínicas (Minaviar) que viene en papeletas de 100 g. Estos productos son de bajo costo y están al alcance de los pequeños productores los cuales pueden fabricar sus dietas para sus cultivos con una infraestructura artesanal consistente en un molino para carne marca Corona No.32 con la adaptación de una polea y un motor de 1.4 HP.

Las proporciones utilizadas para 100 kg de dietas son: 37.23 kg de harina de carne, 62.77 kg de Salvado de Arroz, 900 g de Sal de Ganado y 100 g de Minaviar para obtener un nivel de proteína del 30%.

Estas dietas pueden ser utilizadas por pequeños productores para cultivar Cachama (*Colossoma macropomum* o *Colossoma bidenis*) o Tilapia (*O. nilotica*), a baja densidad (1 pez/m<sup>2</sup>), en policultivos asociados con Bocachico (*Prochilodus magdalenae*).

Abstract: The investigation come true during the period of May 01 of the 96 to march 01 of the 97, wich lead to establish agricultural the potential and livestock as long as it tells the departament of Córdoba for the elaboration of food concentrated for fishes, determining that the production of rice belonged to 83.067 ton/year, with a production of bran of rice of 6.444.5 ton/year. This it is able to mix with flour of flesh whose producion in the departament reaching the 300 ton/year (Frigosinú, 1997), accompanying of commercial productos like the premixeds vitaminic (minaviar) that it comes in little envelopes of 100 g. These products belong to low cost and they are within reacha of little producers who are able to manufacture his diets for his cultivations with an craft infrastructure consistent in a mill for flesh marks Corona No.32 with an adaptation of a pulley and an motive of 1. 4 HP.

You proportion utilized them for 100 g of diet are:37.23 kg of flour of flesh, 62,77 kg of bran of rice, 900 g of salt of cattle and 100 g of Minaviar, for obtaining a level of protein of the 30%.

These diets can be utilized for little producers for cultivating cachama (*Colossoma macropomum* or *C. bidenis*) or Tilapia (*Oreochromis niloticus*) to iow density (1 pez/m<sup>2</sup>) or in policultivos associated to bocahico (*Prochilodus magdalenae*).



## INTRODUCCIÓN

El departamento de Córdoba posee un Potencial Agrícola y Pecuario que permite establecer la utilización y necesidades de sus recursos. En el año 1995 y 1996 el departamento utilizó para el subsector agrícola 211.163 ha en donde 60.04% fue utilizado por la economía campesina y subsector pecuario utilizó 1.580.600 ha.

Esta producción pecuaria se caracterizó porque las especies más representativas fueron: Bovinos, con 15.660 ton. de carne; Porcinos, 2.100 ton. y Equinos, 280 ton. de carne.

Los productos agrícolas que más se dan en el departamento son: Yuca, Arroz, Plátano, Maíz, Sorgo y Algodón, los cuales a su vez transformados arrojan subproductos que pueden ser utilizados para la fabricación de alimentos para peces como son: Harina de Yuca, Salvado de Arroz, Harina de Plátano, Salvado de Maíz, Harina de Sorgo y Torta de Algodón.

La alternativa de encontrar nuevas formas de elaborar Dietas para Peces, obedece al alto costo que posee hoy día la Harina de Pescado, que es la fuente principal de proteína animal. En piscicultura pequeña las exigencias proteínicas no son tan altas porque se

utilizan bajas densidades de siembra, buena fertilización del agua y alimentos suplementarios tales como frutas maduras hechas picadillo, afrecho de maíz, tortas de algodón o de soya, maíz cocido, etc.

Con la finalidad de llevarle a los pequeños productores alimentos balanceados, se experimentaron algunos subproductos agrícolas para mejorar la rentabilidad de los proyectos.

Toda formulación de dieta se basa principalmente en el conocimiento de los requerimientos nutricionales, previamente determinados para cada especie en cuestión: También se debe tener conocimiento de la composición químico-bromatológica, factores nutricionales, costos y procesamientos de las materias primas (Dorado, 1996).

Nuestra dieta fue diseñada para especies herbívoras, omnívoras o filtradores que presentan un comportamiento alimenticio en media agua y en superficie.



## 1. EL PROBLEMA

### 1.1 DESCRIPCION

El Departamento de Córdoba, con el apoyo del Fondo Rural Integrado DRI, La Secretaría de Agricultura, la Corporación de Apoyo de Empresas Asociativas CORFAS, el ICA y El Plan Mundial para la Alimentación PMA, acordaron implementar en 1987, Proyectos de Agroindustria en las áreas rurales, para beneficio de los campesinos, con el fin de solucionar la problemática de comercialización de algunos productos como la Yuca (*Manihot esculenta*) y el Maíz (*Zea maíz*), los que se producen en grandes cantidades especialmente el primero por lo que el departamento de Córdoba es el segundo productor de Yuca en el país. Es así como se montaron 24 Proyectos de Agroindustria para el secado natural de Yuca hasta 1991. Posteriormente otros programas como el Plan Nacional de Rehabilitación PNR, y la CVS instalaron otros 8 alcanzando hoy día 32 proyectos en total.

Estos proyectos vendían yuca deshidratada a las plantas de Purina (Cartagena), Soya / Cootegral (Medellín); pero a raíz de la apertura económica, las ventas de yuca deshidratada bajaron considerablemente debido a que las grandes empresas productoras de alimentos concentrados importan yuca deshidratada a precios más bajos.

El Programa de Acuicultura de la Universidad de Córdoba está preparado desde 1986 Tecnólogos Acuícolas, los que son contratados por propietarios de fincas, generalizado la actividad acuícola en el departamento de Córdoba, estimulada también por la creación de la Estación Piscícola de Lorica, de propiedad de la CVS, la cual ha realizado programas de Fomento en Piscicultura en las Areas Rurales.

Existe en la actualidad; una alta demanda de alimento concentrado para peces, que debido a su costo, no está siempre al alcance de pequeños y medianos productores, los cuales han planteado la posibilidad de montar pequeñas plantas que utilizarían los excedentes de producción de Harina de Yuca y otras materias primas que la región produce, tales como la Harina de Sangre, frutas como la Guayaba y otras sustancias nutritivas, que posibilitarían la producción de alimentos concentrados con dietas adecuadas para el crecimiento y engorde de los peces.

## **1.2 FORMULACIÓN (PREGUNTA)**

☛ Es posible producir alimentos concentrados para peces, con dietas adecuadas, a partir de Harina de yuca, Salvado de arroz, Harina de Carne y otros insumos producidos en el departamento de Córdoba?

☛ Cuáles serían los insumos y las proporciones a utilizar en la producción del Alimento Concentrado?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVOS GENERALES**

- ✓ Establecer la posibilidad de producir a pequeña escala Alimento Concentrado para Peces en el departamento de Córdoba.
- ✓ Estabilizar una dieta alimenticia a partir de Harina de Yuca, Salvado de Arroz, Harina de Carne y otras materias primas producidas en el departamento de Córdoba, que garantice un buen crecimiento y adecuada nutrición de peces.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Determinar los nutrientes que han de incluirse en dietas adecuadas para la alimentación de peces de las especies que se cultivan en la región de Córdoba.
- ✓ Aprovechar algunos productos y subproductos agropecuarios: (Salvado de Arroz y Harina de Carne y Banano Maduro), producidos en la región de Córdoba y proporcionan nutrientes que pueden incluirse en una dieta adecuada para la alimentación de peces.

- ✓ Determinar los costos y proporciones en que deben mezclarse los productos a fin de obtener una dieta balanceada, según el método de Pearson modificado.



### **3. JUSTIFICACIÓN**

A pesar de conocerse el problema, y que algunos productores ensayan fórmulas sobre alimentación de peces, no existe un estudio técnico-científico en el departamento que posibilite disminuir los costos y calidad nutritiva del alimento concentrado para los cultivos de peces de los pequeños productores.

#### **3.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA**

La importancia de la investigación radica en balancear una dieta realizada con subproductos agrícolas de fácil consecución y que cumpla con el requisito proteínico exigido en la alimentación para peces.

#### **3.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

El montaje de plantas de producción semi-industrial de concentrados generará fuentes de trabajo para el campesino, y posibilitará aumentar la producción de pescado, lo cual conlleva al mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores.

### **3.3 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

La producción de alimento concentrado en fincas bajaría los costos de producción de la piscicultura y posibilita el desarrollo de los cultivos que se encuentran en el área de influencia de la planta procesadora, con lo cual se obtienen mejores ingresos.

## 4. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Para la realización de la presente investigación se contó con las siguientes limitaciones:

### 4.1 LIMITACIONES DE ESTUDIO

La escasez de bibliografía sobre la fabricación de Alimento para Peces sin la utilización de Harina de Pescado. La Harina de pescado ha perdurado en la elaboración de las dietas garantizando en ésta la calidad proteínica y por lo tanto son pocos los investigadores que han tratado de fabricar dietas reemplazándola. Solo existen estudios sobre ensilajes que sirven para alimentar peces, realizados por estudiantes de grado en la Universidad del Magdalena, Programa de Ingeniería Pesquera.

- ✓ **Limitación Práctica:** Hace referencia a la toma de información entre los productores que fabrican dietas debido a que no llevan registros, y no aplican criterios técnicos en la selección de materias primas ni en la respectiva formulación. Para obtener datos confiables se hizo un acompañamiento algunos de estos durante la fabricación de dietas.

- ✓ **Falta de laboratorios:** Con equipos modernos para Análisis Bromatológicos, y programas computarizados como el Lindo, para estabilizar dietas han sido de grandes inconvenientes.

## 4.2 MÉTODO

La investigación persigue la aplicación directa del producto terminado, además, describe algunas características fundamentales de la dieta .

## 4.3 TEORÍA SOBRE LA APLICACIÓN DE DIETAS

La piscicultura cuando se realiza a través de sistemas de explotación semi-intensiva en sistemas cerrados, requerirá del suministro de cantidades considerables de fertilizantes y alimentos suplementarios, por tal razón la nutrición de peces se ha convertido en una de las áreas de investigación más importantes dentro de la acuicultura. El alimento concentrado y los costos de alimentación (transporte-mano de obra), generalmente constituyen la fracción más significativa dentro de los costos de operación de las empresas dedicadas a la producción piscícola.

Las ciencias que tienen que ver con la nutrición y alimentación acuícola, están comprometidas con el suministro de dietas que posean los nutrientes esenciales: Proteínas, Lípidos, Carbohidratos, Vitaminas y Minerales.

#### **4.4 TIEMPO DE EJECUCIÓN**

La presente investigación se inició el 01-05-96 finalizando el 01-03-97. El primer trimestre se utilizó para la recopilación de bibliografía y realizar un diagnóstico de las fincas piscícolas del departamento, se realizaron varias visitas a diferentes municipios y estaciones que están produciendo Carne de Pescado. Desde el segundo trimestre en adelante se comenzó a realizar las dietas y su respectiva prueba en diferentes fincas para medir la aceptabilidad de la dieta en los peces y se establecieron algunos centros de producción de alimento concentrado.





## **5. MARCO DE REFERENCIA**

### **5.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Werner Steffens 1987, escribió el libro principios fundamentales de la alimentación de los peces que tienen por finalidad, servir de ayuda a la formación de futuros profesionales en la ciencia de la producción piscícola que se dedican a la fabricación de piensos compuestos con destino a la alimentación de peces, también es de utilidad para los Ictio-Patólogos en su delicada tarea de diagnostico Profilaxis tratamiento de los Trastornos de la salud de los peces debido a causas alimentarias, permitiendo a la vez establecer comparaciones en otras especies animales. Se concedió especial interés a los temas concernientes a fundamentos Físico Alimentarios de las mas importantes especies piscícolas de agua dulce.

CIAT. Boletín Informativo de Yuca. Cali: CIAT. 1988 V.12 #1. Presenta un artículo sobre la utilización de las hojas y tallos de yuca en la alimentación del animal, a cargo de Romelly Paredes en Tingo María Perú. Dice, que ha demostrado que la harina de hojas y tallos de yuca obtenida mediante un proceso de secado mecánico, eléctrico o natural, es una rica fuente de proteínas en la alimentación animal y humana.

Se hicieron análisis de proteínas, Grasas, Fibra, Ceniza, Calcio y Fósforo las de harinas de plantas que diferían tanto en el tiempo de cultivo como en su ubicación en el terreno. Los resultados han sido alentadores, el porcentaje de proteína oscila entre 22 y 33% y depende de factores como el clima, la humedad, el calor, la temperatura y la edad de la planta. El porcentaje de grasa está entre el 3 y 5% lo necesario para la alimentación del animal, y el bajo contenido de fibra que varía del 3 al 6%, hace asimilable el producto.

En los experimentos realizados, esta harina de tallos y hojas de yuca arroja resultados altamente positivos en la alimentación de animales; en los vacunos de leche y en los porcinos en estado de lactación, mejoró el nivel de grasa en la leche.

Jaramillo, N. Diego 1988. Escribió un folleto sobre Alimentación de Peces y explica los requerimientos, cálculo de raciones, materias primas y dietas, menciona que el doctor A.J. MATTY (1986), recomienda los siguientes niveles de proteína en el alimento para especies omnívoras de aguas cálidas.

El porcentaje mínimo de proteína en la ración:

Alevinos	Juveniles	Reproductores
30	25	30



Halver. J. E. 1988. Clasificó los ingredientes que se utilizan como Suplemento Proteínico en tres grupos: En el primero están los que ofrecen entre 20 y 30% de proteína, se refiere especialmente a los subproductos de origen vegetal resultantes de los procesos de destilería y cervecería, como son el germen de maíz y el gluten de trigo.

En el segundo están los que ofrecen entre el 30-50% de proteína, se requiere principalmente ingredientes tales como productos desecados de leche, harina de crustáceos y harina de oleaginosas.

En el tercero están los que ofrecen más del 50% de proteína, se refiere principalmente a ingredientes tales como la Harina de Pescado, Harina de Sangre, Harina de Carne, Harina de Plumas, Levadura, Harina de Camarón, Harina de Subproductos Avícolas, Germen de Maíz y Caseína.

Herpher, Balfour (1988). En su libro nutrición de peces comerciales en estanque, capítulo 10 "Alimento Complementario y su Aprovechamiento" dice que "debido a la abundancia de algunos productos alimenticios en ciertas regiones, como Salvado de Arroz y Arroz quebrado en el sub-este asiático o sorgo en regiones tropicales, su costo es relativamente bajo comparado con el de otros alimentos. Muchas de las materias alimenticias simples son productos agrícolas, o granos relativamente económicos, incluso en ciertas regiones (principalmente de china) y ciertas especies (principalmente carpa herbívora

*Ctenopharingodon idella*) emplean pastos como alimento para peces. Muchas de las materias primas ricas en carbohidratos estas suelen ser cereales o derivados de ellos, como granos enteros, acemite y salvado.

Tacón, G. Albert. 1989. Preparó un documento para el curso de acuicultoristas en entrenamiento en Pirassununga, Brasil, del 23 de junio al 9 de julio de 1986, el cual se ha actualizado como un manual de entrenamiento sobre la nutrición y alimentación de peces y camarones de granja que será implementado por la FAO.Trust Fund. GCP/RLA/075/ITA proyecto dentro de la región de América Latina y el Caribe.

El objetivo del curso de entrenamiento fue crear un grupo de instructores e investigadores, que sean capaces de conducir en sus propios países, programas de entrenamiento sobre nutrición y alimentación y asesorar a los granjeros e investigadores en todos los aspectos prácticos de la tecnología de alimentos.

En la primera parte de este manual se describe la clasificación, estructura y función biológica de los nutrientes esenciales; incluyendo Proteínas y Aminoácidos, Lípidos, Carbohidratos, Vitaminas, Minerales y Energía.

Se revisan los requerimientos nutricionales cuantitativos en la dieta de peces y camarones, y se dan sugerencias sobre los niveles nutricionales en las dietas.

La segunda parte del libro describe los principios de alimentación y análisis de fertilizantes, presenta sus composiciones químicas y de los diversos ingredientes con su potencial alimenticio. También se presentan los principales aditivos dietéticos alimenticios, incluyendo antioxidantes alimenticios, aglutinantes, pigmentos y estimulantes dietéticos.

La tercera parte presenta los métodos de alimentación empleados para la producción de peces y camarones.

Valencia, Oscar (1989). Fabricó una dieta semi-húmeda, elaborada a partir de pescado fresco y molido y Harina de Arroz Bentonita obteniendo una conversión alimenticia de 1.87 y 1.99 en estanques de 200 m<sup>2</sup>, lo que demuestra la viabilidad de la dieta. Esta dieta tiene un factor limitante que es la oxidación de los ácidos grasos poli-insaturados. Este factor se manifiesta con la rancidez del alimento, afectando la palatabilidad del alimento y crecimiento de los peces.

Olivera, M. y et al (1993), escribieron el manual de Técnicas para Laboratorio de Nutrición de Peces y Crustáceos. Este documento fue realizado en parte de las actividades del proyecto FAO/Italia CT CP/RLA/102/ITA "Apoyo a las Actividades Regionales de Acuicultura para América Latina y el Caribe" (AQUILA), cuyo objetivo principal es ayudar a los países miembros para que incrementen la producción de alimentos por medio de la acuicultura.



El Trabajo comprende una recopilación de los métodos más comunes de Análisis Químicos para evaluar la calidad de los ingredientes alimenticios y las dietas preparadas, con el propósito de hacerlas disponibles a la mayoría de los técnicos y personal involucrados en la alimentación de peces y crustáceos.

El Tomo No.5 de la Enciclopedia Terranova (1995), dice que para el caso de los peces herbívoros si se dispone de hojas como, Ramio , Bore, Zapallo, Plátano, Yuca bien molida y afrecho de maíz, los peces se alimentan con raciones diarias que corresponden del 5-10% del peso de los animales.

Díaz, G José (1996), en el Capítulo 5 titulado "Principales Ingredientes a Utilizar en Dietas para Acuicultura" del libro de Fundamentos de Nutrición y Alimentación en Acuicultura, dice que en la búsqueda de ingredientes adecuados que proporcionan niveles altos de proteínas y de buena calidad en lo que se refiere a los Aminoácidos esenciales y a la digestibilidad se concluyó que la harina de pescado es la alternativa más completa; estos requisitos sin embargo, en los últimos 20 años han pasado a un segundo plano, ya que la sobrepesca y la disminución dramática del recurso eleva los costos, limitando las inclusiones de esta fuente en la formulación. De otra parte y de igual importancia es el desarrollo de nuevas dietas no contaminantes por lo que los investigadores están en la obligación de proporcionar estudios que permitan la utilización de Harina de Pescado en niveles que no causen problemas ambientales y a su vez para preservar el recurso, por lo

que se deberán buscar nuevas fuentes de proteínas que cubran por lo menos en gran medida los requerimientos propios de las especies acuícolas, logrando buenos resultados en producción y economía.

Kubaryk, J. (1996). En el Seminario Internacional de Acuicultura realizado en Santa Marta, dijo que la producción de 1 kg. de pescado o camarón cultivado intensivamente requiere de 3 kg. de pescado crudo como alimento. La creciente demanda de harina de pescado podría afectar la disponibilidad y el costo de ésta.

También se refirió a que la Harina de Pescado puede ser sustituida parcialmente por subproductos avícolas en dietas para Trucha Arcoiris y Tilapia, con buena aceptabilidad. Otra recomendación fue: la Harina de Pescado puede sustituirse por harina de lombriz de tierra. Existen otros sustitutos que hay que probar, para lograr enriquecer algunas deficiencias que se tienen en muchas dietas.

Atencio, Victor. Et all 1997. En el postgrado de Acuicultura de Agua Continentales ofrecido por la Universidad de los Llanos, formularon una dieta para alevinos de Cachama Blanca (*Piaractus Brachipomus* Cuvier, 1818), utilizando para el balanceo un programa con base al método de Pearson (Gómez, 1997) Modificado en una hoja de cálculo electrónica (Excel 5.0) a la cual se le propiciaron los valores proximales de los ingredientes y sus costos y

mediante ensayos de prueba y error se definió la dieta de mínimo costo para los requerimientos nutricionales exigidos.

Por considerar la cachama blanca una especie omnívora, y en su hábitat natural se alimenta frecuentemente de hojas, frutas, semillas y crustáceos, se tomaron los requerimientos nutricionales del Pacú (*Piaractus mesopotamicus* holberg, 1987), que es una especie con características muy similares a ella y porque hasta el momento no se ha formulado una dieta completa para la Cachama Blanca partiendo del conocimiento de sus requerimientos nutricionales; debido a que estos no han sido aún investigados para esta especie (Menton, 1989).

## **5.2 MARCO TEÓRICO**

**5.2.1 Proceso de Elaboración de Dietas.** Existe una amplia variedad de técnicas para la elaboración de dietas, comenzando desde el mezclado, licuado, hojuelado, pelets compactado en húmedo, pelets compactados al vapor o secos, peletizado por extrusión/expansión, hasta la macrocapsulación.

Los hábitos alimenticios de los peces son los que definen la selección de los procesos que serán empleados y los requerimientos físicos del alimento como: Tamaño, flotabilidad,



textura, palatabilidad y estabilidad deseada en el agua, para todos los estados del ciclo del cultivo.

**5.2.2 Molienda.** La eficiencia en la elaboración de dietas para peces está en la molienda inicial de cada una de los ingredientes que entran a ser partes de la dieta en estado crudo.

La molienda para el nutricionista tiene doble ventaja:

- ✓ Facilita la destrucción de los factores antinutricionales y termolábiles presentes.
- ✓ Mejora la digestibilidad de los nutrientes, al incrementar el área superficial de las partículas alimenticias, un alimento producido con compuestos finamente molidos mejora la aceptabilidad del alimento sin producir desgarramiento en el intestino del pez, accidente que sucede cuando se consumen alimentos que no han sido finamente molidos.

Para obtener los máximos beneficios nutricionales en cada uno de los nutrientes, las partículas deben ser molidas por debajo de un milímetro de diámetro y deben pasar por un ojo de malla 0.25 mm para premezclas y gránulos de iniciación y por mallas ojos de malla de 0.35 mm, para cuando se realizan pelets para crecimiento y para reproductores.



**5.2.3 Mezclado.** En la fabricación de alimentos concentrados, esta labor debe garantizar que todos los componentes tengan un milímetro de espesor, lo cual se debe hacer con mucha cautela buscando no alterar las propiedades del alimento por algún calor interno que se genere produciendo empardeamiento en algún compuesto, lo que traería como consecuencia el cambio de sabor .

**5.2.4 Peletizado.** Es la técnica más común de producción empleada para presentación comercial de alimento para peces. Sin embargo, a los sistemas de compactación de pelets secos o al vapor y a la aplicación de las técnicas de pelets por extrucción, han ofrecido nuevos horizontes para la fabricación de alimentos para la acuicultura.

El sistema de extrucción posee las siguientes ventajas:

- ✓ Facilita la ruptura de la membrana de celulosa que rodean a las células vegetales y a los gránulos individuales del almidón de los cereales y las oleaginosas por las altas temperaturas empleadas durante el ciclo de cocción y con la consecuente gelatinización del almidón y el incremento de la biodisponibilidad calorífica de los carbohidratos (Smit 1976, Hilton y Slings, 1983).

- ✓ La utilización de altas temperaturas durante la obstrucción facilitan la inactivación y/o destrucción de factores antinutricionales termolábiles que se encuentran normalmente presentes en los cereales y oleaginosas, que son inhibidores enzimáticos del crecimiento.
- ✓ Los Pelets son extremadamente estables por la cocción y el estado seco, por lo tanto se puede almacenar por largo periodos .

**5.2.5 Procesamiento del Arroz.** Consiste en la eliminación de la cáscara, del salvado, del germen y de la capa aleurónica del grano.

El grano recién colectado o arroz con cáscara (palay o paddy), difiere de los demás cereales por que está envuelto por un hollejo constituido por dos cáscaras duras unidas por los bordes, una vez eliminada la cáscara el grano que queda es el arroz limpio o moreno.

La descascaradora de rodillos de goma hoy en día es la más preferida a causa de su eficiencia (mayor de 90%) y por que produce menos fracturas que el tipo más antiguo de descascaradora de discos.

Tras la separación, se aparta por aspiración la cáscara, y el arroz bruto se separa del moreno. Esta separación, que se basa en la densidad se puede lograr en un separador de gravedad.

La molturación del arroz moreno consiste en la eliminación del salvado y en el perlado. Al arroz moreno se añade carbonato cálcico (3.3 grs/kg.), el carbonato cálcico es un abrasivo que ayuda a eliminar el salvado.

El perlado en la máquina de moler es el proceso más crítico del molido de arroz. Ella separa el salvado y también es la que produce gran parte de las fracturas. La mayor parte del salvado se separa por frotamiento de unos granos contra los otros, tras la erosión se elimina el salvado desprendido con un aspirador, después se pulimenta el arroz. Luego del pulimento se separa el arroz fracturado mediante cribas o con discos separadores.

Los productos de la molienda de arroz son: Salvado de arroz, arroz pulimentado, arroz fracturado y cáscara, en general el arroz con cáscara o padi produce 20% de cáscara 8% de salvado y 2% de residuos de pulir, el 70% restante es arroz fracturado y arroz completo.

**5.2.6 Obtención de la Harina de Yuca.** Las raíces dulces o amargas de yuca después de ocho meses de edad se recogen y se pasan por una máquina trituradora o cortadora de yuca; se recoge el producto y se pone al sol extendida en la pista de secado, hasta lograr

que su humedad se reduzca al 10 o 12%, posteriormente se recoge en sacos y se guarda sobre estibas para evitar la humedad y/o formación de hongos, esta yuca así empacada es transportada a los centros de compra, como Soya, Coategal y Finca para ser utilizada como insumo para la elaboración del concentrado para animales.

**5.2.7 Composición Proximal de Algunos Productos y Cereales Utilizados en la Fabricación de Alimentos Concentrados.** Los alimentos complementarios se clasifican conforme a varios criterios. La clasificación por contenido de energía y proteína es bastante común, dado que los productos alimenticios ricos en energía, como los cereales son generalmente eficientes en proteínas, en tanto que las harinas de tejidos de animales y residuos de la extracción de aceites son deficientes en energía de allí que la combinación de éstos elementos pueden garantizar un buen balance de proteína y energía.



## **6. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **6.1 POBLACIÓN Y MUESTRA**

En la presente investigación se tuvo en cuenta los productos que se dan en abundancia en Córdoba como: Harina de Yuca, Hojas de Yuca, Harina de Sorgo, Salvado de Arroz, Harina de Carne las cuales se diagnosticaron y seleccionaron para la elaboración de las dietas.

### **6.2 DESCRIPCION DEL SITIO DE TRABAJO**

Se utilizaron las instalaciones de la Piscícola Peces y Alevinos de propiedad de Graciela Elena Ramos, viuda de Tapia, con un área de 7 has, su fuente de agua es el Distrito de Riego de Montería, Mocarí el cual posee un caudal de 120 lt/seg. en época de verano; el área piscícola de la finca corresponde a 3.16 has en donde se tienen construidos 25 estanques para el cultivo de Cachama, Bocachico, Dorada, Tilapia Roja y Bagre. (Figura 1 y 2).



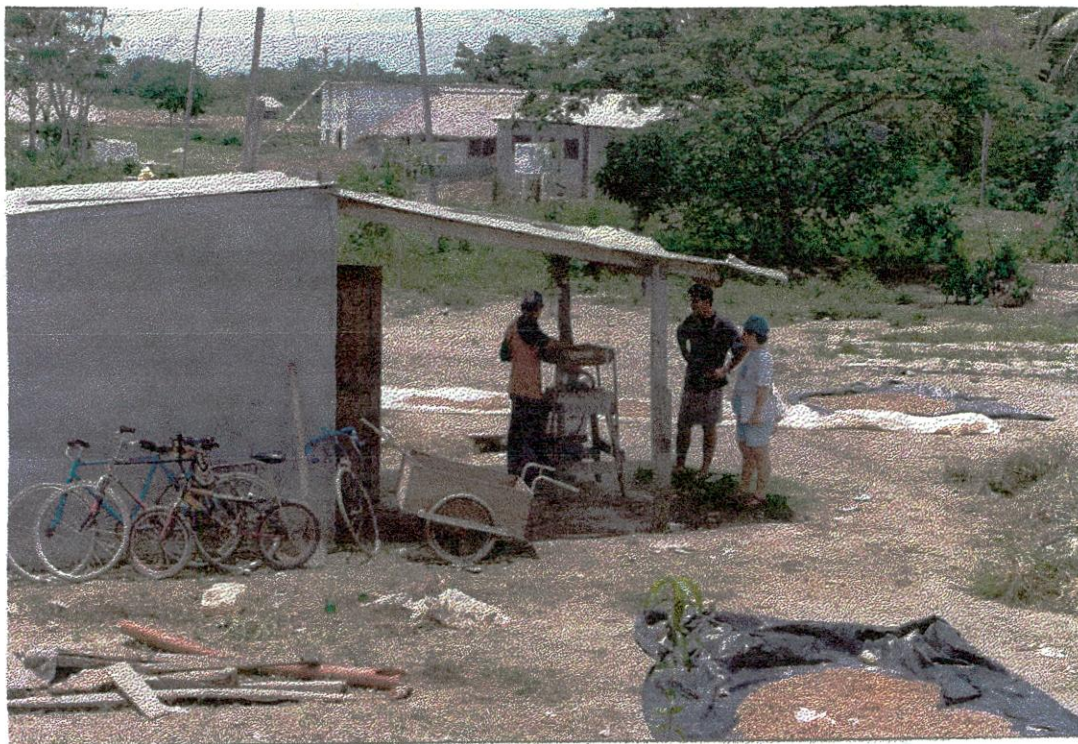


Figura 1. Instalaciones de la Finca Peces y Alevinos. Planta de concentrado



Figura 2. Estancos para el cultivo de peces. Finca Peces y Alevinos



La actividad principal es la producción de carne de pescado y se realiza en 20 estanques, 2 estanques para padrotes de bocachico que son utilizados para reproducción artificial y 3 para el alevinaje.

Como segunda actividad está la producción de yuca, hortalizas, maíz y sorgo los cuales son utilizados en la dietas.

### 6.3 PREPARACION DE LAS DIETAS

Para la fabricación de dietas se utilizó: un molino para carne marca Corona No.32; para peletizar el concentrado se le adaptó un motor de 1.4 hp con una polea de 12 pulgadas en la parte superior y con una reducción a cuatro pulgadas en la parte de abajo, unidas estas poleas por una banda (Figura 3, 4, 5).

Los insumos para las dietas se compraron en el comercio, siendo los siguientes:

**Dieta I:** Harina de Carne de res, Salvado de Arroz, Premezcla Vitamínica y Sal de Ganado

**Dieta II:** Harina de Carne, Salvado de Arroz y Banano Maduro.

Para el balanceo de las Dietas I y II, se tuvieron en cuenta los requerimientos nutricionales para especies omnívoras, Cachama Blanca (*Piaractus brachipomus*) y Cachama Negra

(*Colossoma macropomum*), especies más utilizadas por los pequeños acuicultores y se estableció un programa en hoja de cálculo electrónica (Excel 5.0), para aplicar método modificado de Pearson (Gómez, 1997), a la cual se le proporcionaron los valores proximales de los ingredientes y sus costos (Harina de Carne, Salvado de Arroz, Sal de Ganado y Premezcla Vitamínica), para la Dieta I y se adicionó banano maduro para la Dieta II.



Figura 3. Molino Corona No.32 utilizado para peletizar



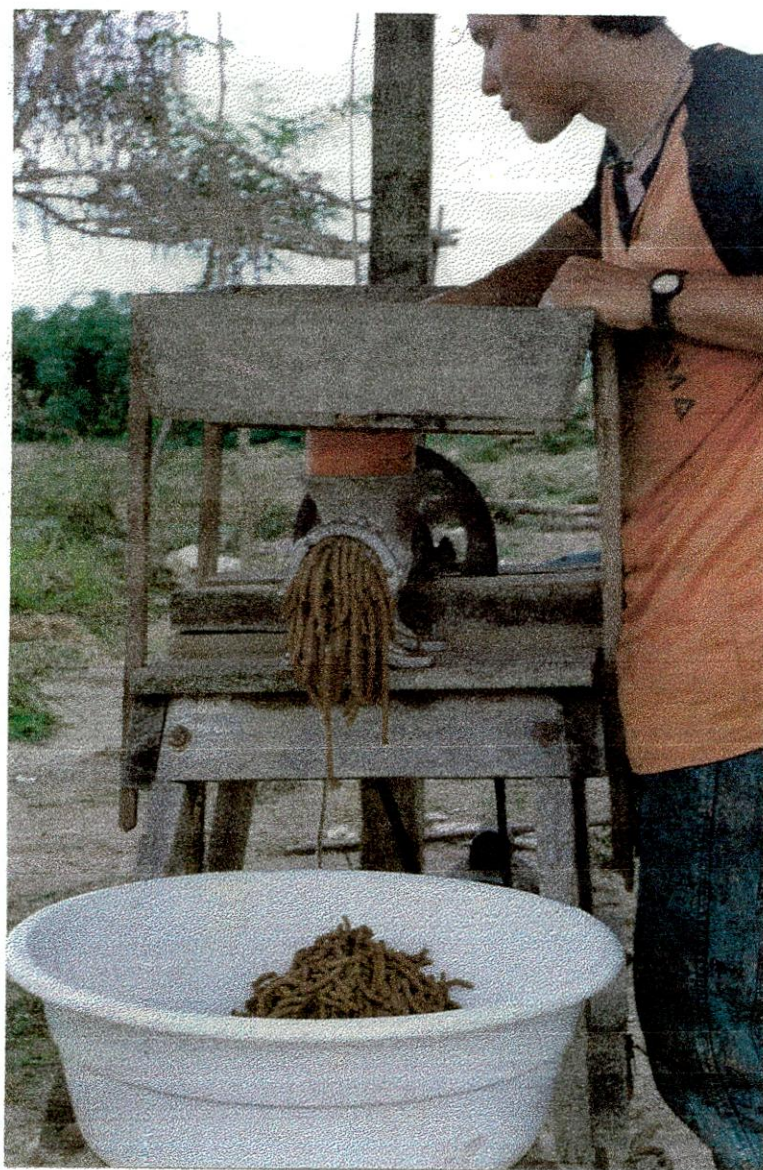


Figura 4. Muestra de pelets





Figura 5. Secado al sol del pelets



## **6.4 ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN Y METODOLOGÍA**

**6.4.1 Etapa de Diagnóstico.** Esta etapa comprendió la toma de decisiones (previo ensayo), sobre los productos y las proporciones que se utilizaron en la fabricación de alimento concentrado, de acuerdo a la cantidad y calidad de los productos.

**6.4.2 Etapa Experimental de Fabricación y Estabilización de las Dietas.** Se comenzó a fabricar y estabilizar dietas en la Piscícola Sevilla y en la planta de proceso de Estación Piscícola de Lorica de propiedad de la C.V.S., con los productos ya identificados como son: Harina de Carne, Salvado de Arroz, Banano Maduro y productos comerciales que se utilizan para evitar el stres en algunos animales como: gallinas, pollos, pavos y codornís.

**6.4.3 Etapa de Prueba Bromatológica de las Dietas.** Fabricada las dietas se realizó un estudio Bromatológico en los laboratorios de la Universidad del Magdalena en el que se determinó Proteína, Grasa, Humedad, Cenizas, Minerales, pH y Fibra.

## **6.5 PROCEDIMIENTO A SEGUIR EN EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.**

Para determinar la calidad de la dieta se realizó una Comparación Bromatológica con las dietas comerciales y los requerimientos nutricionales de la Cachama Blanca y Negra.

## **7. RECURSOS**

### **7.1. FINANCIEROS**

La presente investigación se financió con recursos propios y se recibió apoyo de la Piscícola Peces y Alevinos y de Instituciones como: La Universidad de Córdoba, el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura y la Universidad del Magdalena.

### **7.2 HUMANOS**

Para el desarrollo de la Investigación se necesitó del siguientes personas:

Director de la Investigación: Postgraduado en Ingeniería de Alimentos

Investigador: Profesional de la Rama de Ingeniería Pesquera

Auxiliares de Investigación: Un Tecnólogo Acuicultor



### **7.3 APOYO LOGÍSTICO**

En la realización de las Pruebas Bromatológicas de las dietas se utilizaron equipos de laboratorio de la Universidad del Magdalena (Laboratorio de Química) y Universidad de Córdoba (sede Berastigui).

## **8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **8.1 DIAGNÓSTICOS DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS DE CÓRDOBA.**

En la Tabla 1 se muestra el área cosechada, la producción y rendimiento de los cultivos transitorios sembrados desde los años 1993 hasta 1996 en el departamento de Córdoba.

Se destaca la producción de arroz que para el año 1995 fue de 78.353 ton. y para el año 1996 ascendió a 83.057 ton. incrementándose en un 6%.

La producción de salvado de arroz para el año 1996 fue de 6444.5 ton. por año.

Para el maíz la producción en el año 1995 fue de 131.603 ton. y para 1996 fue de 153.426 ton. incrementándose en un 16%, logrando una producción de Salvado de Maíz de 12.274 ton. por año.

														Valor %				
CULTIVOS		1992-93	Cosecha/93	Total 1993	1993-94	Cosecha/94	Total 1994	1994-95	Cosecha/95	Total 1995	1995-96	Cosecha/96	Total 1996	C-95 / C-94	T/95 - T/94	C/95/96 C/94/95	C/95 - C/96	T/96 - T/95
Ajonjolí	S	3180		3180	3086		3086	764		764	884		884		-75.24	15.71		15.71
	P	2136		2136	1833		1833	430		430	620		620		-76.54	44.26		44.26
	R	672		672	594		594	563		563	702		702		-5.24	24.67		24.67
Algodón	S	30635		30635	27395		27395	31000		31000	39141		39141		13.16	26.26		26.26
	P	49016		49016	66351		66351	56013		56013	86620		86620		-15.58	54.64		54.64
	R	1600		1600	2422		2422	1807		1807	2213		2213		-25.4	22.48		22.48
Arroz Riego	S	815	1930	2745	1934	1485	3419	1489	1930	3419	1650	1940	3590	29.97	0	10.81	0.52	5
	P	3260	9457	12717	8123	7211	15334	7550	9877	17427	8415	9928	18343	36.97	13.65	11.46	0.52	5.26
	R	4000	4900	4633	4200	4856	4485	5071	5118	5097	5100	5118	5109	5.39	13.65	0.58	0	0.24
Arroz Sec. Man	S	9050	8567	17617	7490	10427	17917	5965	10071	16036	7702	9836	17538	-3.41	-10.5	29.12	-2.33	9.37
	P	13575	10348	23923	10486	14337	24823	8741	12976	21717	12871	12943	25814	-9.5	12.51	47.25	-0.25	18.87
	R	1500	1208	1358	1400	1375	1385	1465	1288	1354	1671	1316	1472	-6.3	-2.25	14.04	2.13	8.69
Arroz Sec. Mec	S	3497	4522	8019	4162	5295	9457	5837	4350	10187	4080	5630	9710	-17.85	7.72	-30.1	29.43	-4.68
	P	12239	14923	27162	15000	17602	32602	21588	17621	39209	15542	23358	38900	0.11	20.27	-28.01	32.56	-0.79
	R	3500	3300	3387	3604	3324	3447	3698	4051	3849	3809	4149	4006	21.86	11.65	3	2.42	4.09
Frijol	S	1715		1715	778	102	880	549	23	572	446	21	467	-77.45	-35	-18.76	-8.7	-18.36
	P	1355		1355	575	61	636	333	15	348	308	14	321	-76.23	-45.36	-7.54	-6.9	-7.51
	R	790		790	739	598	723	607	630	608	690	643	688	5.42	-15.94	13.82	1.97	13.28
Malz Tecnif.	S	3919	22630	26549	4275	24570	28845	2216	15020	17328	1543	21121	22664	-38.87	-40.24	-30.43	40.62	31.48
	P	9798	59450	69248	10901	77458	88359	5950	52931	58881	4634	74303	78937	-31.66	-33.36	-22.12	40.38	34.06
	R	2500	2627	2608	2550	3153	3063	2683	3524	3416	3003	3518	3483	11.78	11.51	-11.95	-0.17	1.97
Malz Tradic.	S	28190	37000	65190	27796	3295	60721	23191	24039	47230	20526	28554	49080	-26.99	-22.22	-11.49	18.78	3.92
	P	45104	55725	100829	44095	48048	92143	35198	37594	72722	28241	46248	74489	-21.76	-21.08	-19.61	23.02	2.43
	R	1600	1506	1547	1586	1459	1517	1515	1564	1540	1376	1620	1518	7.16	1.47	-9.17	3.57	-1.43
Sorgo	S	3900	13850	17750	1631	19086	20717	1065	17441	18506	500	5702	6202	-8.62	-10.67	-53.05	-67.31	-66.49
	P	13900	50012	63912	4306	73289	77595	3278	73017	76295	1975	22758	24733	-0.37	-1.68	-39.75	-68.83	-67.58
	R	3564	3611	3601	2640	3840	3745	3078	4187	4123	3950	3991	3988	9.03		-28.33	-4.66	-3.27
Soya	S		1350	1350	350	183	533		695	695		600	600	279.78			-13.67	-13.67
	P		2700	2700	700	366	1066		1867	1867		1800	1800	410.11			-3.59	-3.59
	R		2000	2000	2000	2000	2000		2686	2686		3000	3000	34.32			11.68	11.68
Patilla	S								1548	1548	550	1702	2252				9.95	45.48
	P								19033	19033	6022	20634	26656				8.41	40.05
	R								12295	12295	10949	12123	11837				-1.4	-3.73

Nota: Información preliminar cosecha 1995/1996 y programa de cosecha 1996

Convenciones: T = Total año agrícola para cultivos transitorios

C = Cosecha 95/96: Julio - diciembre de 1995

C = Cosecha 96: Enero - junio de 1996

Fuente: UMATA's - URPA, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Oficina de Información Estadística

Evaluación diciembre de 1995



La Tabla 2 muestra los rendimientos, producción y áreas cosechadas de los cultivos permanentes durante 1991 a 1996 en el departamento de Córdoba. Desde el año 1995 se llevan registros de algunos frutos que adquieren importancia como son: los cítricos, guanábana, guayaba, mango, maracuyá y papaya (URPA 1996).

La producción de yuca en 1995 fue de 195.273 ton. y en 1996 fue de 173.652 ton. disminuyéndose en un 11.07% a diferencia del plátano que la producción para 1995 fue de 119.273 ton. y para 1996 se reportaron 149.506 ton. incrementándose en un 24.84%.

El diagnóstico nos permite ofrecer como productos para la elaboración de dietas, como el Salvado de Arroz y el Salvado de Maíz, acompañado con Harina de Yuca, ya que el 60% de la producción de la yuca se consume y el 40% se vende en las plantas de secado natural, alcanzándose una producción de harina de yuca en el departamento de 20.000 ton/año.

En cuanto a suministro de Proteína Animal, Córdoba es la Capital Ganadera de Colombia produciendo 15560 ton. de carne al año, garantizando una fuente de Proteína Animal en Harina de Carne, su producción alcanza 300 ton/año (Frigosinú, 1997).

La Tabla 3 muestra la composición proximal de subproductos de algunos cereales que son utilizados en la alimentación para peces.



Tabla 1. Principales productos agrícolas del Departamento de Córdoba. Área cosechada, producción y rendimiento para cultivos transitorios 1991-1996

		- Valor % -							
CULTIVOS		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1995 1994	1996 1995
Coco	S	4000	3000	1904	2006	1986	1986	-1.00	0.00
	P	24000	16640	11765	13496	13800	13800	2.25	0.00
	R	6000	5547	6179	6728	6949	6949	3.28	0.00
Name	S	735	638	3458	4094	5608	6733	39.98	20.06
	P	4410	4948	44380	42870	61215	73716	42.79	20.42
	R	6000	7755	12834	10471	10916	10948	4.24	0.3
Plátano	S	7110	6160	12034	10597	17331	21596	63.55	24.61
	P	35550	33886	122457	72984	119758	149506	64.09	24.84
	R	5000	5501	10176	6887	6910	6923	0.33	0.19
Yuca	S	16860	16548	13237	12995	19065	17381	46.71	-8.83
	P	134880	165480	145561	122036	195273	173652	60.01	-11.07
	R	8000	10000	10997	9391	10242	9991	9.07	-2.46
Cítrico	S					172	172		0.00
	P					7285	7310		0.34
	R					42355	42500		0.34
Guanábana	S					85	85		0.00
	P					400	400		0.00
	R					4706	4706		0.00
Guayaba	S					20	20		0.00
	P					160	160		0.00
	R					8000	8000		0.00
Mango	S					335	335		0.00
	P					1815	1815		0.00
	R					5418	5418		0.00
Maracuyá	S					83	163		96.39
	P					1310	2566		95.88
	R					15783	15742		-0.26
Papaya	S					1692	3347		97.81
	P					75404	148190		97.31
	R					44388	44275		-0.25

S: Superficie en Hectáreas. P: Producción en toneladas. R: Rendimiento en kg/ha

NOTA: Año 1996 Corresponde a programación.

Fuente: UMATA's - URPA, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Oficina de Información Estadística  
Evaluación diciembre de 1995

Tabla 3. Composición Proximal de Subproductos de Cereales Expresados en Porcentaje por Peso del Producto como Alimento: Agua-H<sub>2</sub>O, Proteína Cruda-CP; Lípidos o Extracto Etereo - EE; Fibra Cruda-CF; Extractos libres de Nitrógeno-NFE; Cenizas Calcio-CA y Fósforo-P

SUBPRODUCTOS	PROMEDIO DE LA COMPOSICIÓN % POR PESO							
	H <sub>2</sub> O	Cp	EE	CF	NFE	Ceniza	Ca	P
Salvado de Cebada	10.0	11.6	3.4	14.6	55.4	5.0	0.36	0.7
Salvado de Avena	9.0	12.8	5.6	13.5	54.3	4.8	-	-
Salvado de Arroz	10.0	12.2	11.8	12.3	40.6	13.1	0.12	1.38
Salvado de Centeno	11.1	15.9	2.9	6.3	59.3	4.5	0.10	0.74
Salvado de Sorgo	12.0	7.8	4.8	7.6	65.7	2.1	-	-
Salvado de Trigo	12.1	14.7	4.0	9.9	53.5	5.8	0.12	1.28

Fuente: Manual de Capacitación; Proyecto Aquilla II-FAO. Tacón, Albert G. 1989.

La Tabla 4. muestra el porcentaje de Aminoácidos que aporta cada uno de estos subproductos en una dieta.

Tabla 4. Promedio de la Composición de Aminoácidos Esenciales (AAE) de Subproductos de cereales expresados en porcentajes por peso sobre la base de alimentos.

SUBPRODUCTOS	PROMEDIO DE LA COMPOSICIÓN DE AAE (%)											
	ARG	CYS	MET	THR	ISO	LEU	LIS	VAL	TIR	TRI	PH E	HIS
Harina gluten de maíz 41%	1.36	0.72	1.00	1.45	2.09	6.70	0.77	2.10	1.33	0.23	2.84	0.94
Cascarillade avena	0.16	0.07	0.10	0.19	0.18	0.28	0.19	0.15	0.18	0.10	0.19	0.10
salvado de arroz	0.19	0.10	0.21	0.42	0.43	1.04	0.50	0.65	0.60	0.10	0.43	0.24
Harina de gluten de sorgo	0.80	0.45	0.40	0.80	1.00	2.50	0.90	1.30		0.20	1.0	0.80
Salvado de trigo	0.86	0.28	0.20	0.45	0.57	0.95	0.50	0.67	0.29	0.26	0.59	0.33

Fuente: Manual de Capacitación Nutrición y Alimentación de Peces y Camarones Cultivados. Proyecto Aquilla CII. Tacón, Albert 1989.

Las Tablas 5 y 6 muestran algunos productos que se dan en Córdoba y que bien pueden ser utilizados en la fabricación de alimentos concentrados, la Tabla 5 representa la Composición Proximal y la 6 muestra los (AAE), que aporta cada producto.



Tabla 5. Composición Proximal de algunos productos utilizados para la elaboración de dietas para peces: Agua-H<sub>2</sub>O; Proteína Cruda-CP; Lípidos o Extractos Etéreo-EE; Fibra Cruda-CF; Extractos libres de Nitrógeno-NFE; Cenizas Calcio-CA y Fósforo-P.

PRODUCTOS	H <sub>2</sub> O	Cp	EE	CF	NFE	Ceniza	Ca	P
Yuca Deshidratada	13.5	2.1	0.5	3.8	77.9	2.2	0.17	0.11
Banano Maduro Fresco	76.0	1.3	0.3	0.7	20.7	1.0	1.01	0.03
Hojas de Yuca	74.4	7.7	1.3	7.7	7.1	1.8	0.17	0.10
Harina de Carne con Sangre	7.3	60.0	8.7	2.2	0.6	21.2	5.95	3.62
Harina de Carne	6.9	53.0	4.8	2.4	11.7	21.2	8.22	4.22
Hojas de Yuca Deshidratada	10.0	27	4.6	27.1	25.0	6.3	0.60	0.35

Fuente: Manual de Capacitación; Proyecto Aquilla II-FAO. Tacón, Albert G. 1989.

Tabla 6. Composición de Aminoácidos Esenciales (AAE) de algunos productos utilizados en la fabricación de Alimentos Concentrados.

PRODUCTOS	AR G	CYS	MET	THR	ISO	LEU	LIS	VAL	TIR	TRI	PHE	HIS
Yuca hojas deshid	1.41	0.32	0.39	1.27	1.11	2.72	2.78	1.67	1.07	0.29	1.05	0.67
Yuca Tallos deshid	0.79	0.20	0.37	1.16	0.64	1.78	1.20	1.71	0.84	0.25	0.89	0.47
Harina de carne con antsangre	3.59	0.48	0.76	2.36	1.82	5.11	3.76	3.96	1.29	0.65	3.82	1.86
Harina de Carne	3.65	0.67	0.73	1.72	1.82	3.35	3.11	2.56	0.96	0.35	1.86	1.03

Fuente: Manual de Capacitación Nutrición y Alimentación de Peces y Camarones Cultivados.  
Proyecto Aquilla II. Tacón, Albert 1989.

Como complemento para las dietas se venden las Premezclas Vitamínicas anti-estrés (Minaviar). Este producto es elaborado por laboratorios Chalver de Colombia Ltda. en Santafé de Bogotá. Viene en dos presentaciones: sobres de 100 g y en envase de plástico de 1000 g. Su dosificación por cada 100 g de Premezcla Vitamínica Anti-estrés, se disuelve en 1 l de agua y se aplica a la mezcla.

La Tabla 7 muestra el contenido de la Premezcla Vitamínica Anti-estrés que se utiliza para el tratamiento del estrés en las aves:

Tabla 7. Contenido de vitaminas de la Premezcla Anti-estrés (Minaviar) por cada 100 g

VITAMINAS	CONTENIDO
Vitamina A	500.000 U.I.
Vitamina D <sub>3</sub>	50.000 U.I.
Vitamina E.	500 U.I.
Vitamina K (menadiona)	300 mg
Vitamina C	2.000 mg
Vitamina B <sub>2</sub> (Riboflavina)	200 mg
Vitamina B <sub>12</sub> (Cianocobalamina)	500 mg
Cloruro de Sodio	1.800 mg
Cloruro de Potasio	1.900 mg

Fuente: Laboratorios Chalver de Colombia. Santafé de Bogotá.

## 8.2 COMPOSICION BROMATOLOGICA DE LOS INGREDIENTES

Para la fabricación de La Dieta I: se utilizaron como materia prima los siguientes productos en las siguientes proporciones:

INGREDIENTES	%
Salvado de Arroz	62.55
Harina de Carne	36.45
Complemento Vitamínico	0.1
Sal de Ganado	<u>0.9</u>
<b>Total</b>	<b>100.0</b>

Además se adicionaron 20 lt. de agua para humedecer la mezcla y formar el Pelets.



Para la Dieta II se utilizaron las siguientes materias primas en las siguientes proporciones:

INGREDIENTES	%
Harina de Carne	30.1
Salvado de Arroz	55.92
Guineo Maduro	12.98
Sal de Ganado	0.9
Complemento Vitamínico	0.1
<b>Total</b>	<b>100.0</b>

Para el balanceo de la Dieta I y II se utilizó la información sobre los requerimientos nutricionales presentados por Gómez (1997) para el Pacú (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1987), que es una especie con características similares a la Cachama Blanca (Tabla 8) y además esta acepta productos agrícolas, destacándose la importancia que tiene los cereales y otros subproductos disponibles en cada región.

Tabla 8. Requerimientos nutricionales de Proteína Bruta (P.B); Energía Digestiva (E.D.): Extracto Etéreo (E.E): Fibra Bruta (F.B): Calcio, Ca y Fósforo P; *Piaractus de Mesopotamicus* (Pacú) en diferentes fases.

FASE	PB (%) <sub>a</sub>	ED kcal <sub>b</sub>	EE(%) <sub>c</sub>	FB(%) <sub>d</sub>	Ca (%) <sub>e</sub>	P(%) <sub>e</sub>
ALEVINOS	30	2800-3200	8 min	4	0.8-1.5	0.6-1.0
Juveniles	26	3000	5 min	4	0.8-1.5	0.6-1.0
Engorde	25	2800	5 min	4	0.8-1.5	0.6-1.0

a. CANTELMO (1993)

b. CARNEIRO et al (1984, 1)

c. CARNEIRO et al (1984)

e. CARNEIRO & CASTAGNOLLI (1984)

d. New (1987)

La Tabla 9 muestra la Composición Proximal de las materias primas utilizadas para la formulación de la Dieta I. Se destaca la Harina de Carne, con el mayor contenido proteico (60.0%), y el Salvado de Arroz con un alto contenido de fibra (11.01%) y Extracto Etéreo (15.1%).

Tabla 9. Muestra una Composición Proximal de las Materias Primas para el Balanceo de la Dieta I

COMPUESTO	Prot	Gra	Azuc	Fibra	Ceniz	Fosf	Ca	Lis	Met	Met+cist	Trip	Arg
Salvado Arroz	13.0	15.1	21.0	11.0	10.9	1.62	0.08	3.80	1.60	2.20	1.60	7.00
Harina Carne	60.0	6.1	0.0	0.1	18.0	2.9	5.5	6.80	1.30	4.10	1.20	6.10
Sal												
Premezcla Min												

Fuente: Manual de Alimentación de Peces. Jaramillo D. 1988

La Tabla 10. Muestra la Composición Proximal de las materias primas utilizadas para formulación de la Dieta II, se destaca al igual que en la Dieta I, la Harina de Carne como la de mayor contenido proteico y el Salvado de Arroz con un alto porcentaje de extracto etéreo, mientras que el banano que se utilizó como gelificante, muestra un alto contenido de azúcar y un bajo valor en proteína y grasas.

Tabla 10. Composición Bromatológica de las Materias Primas Utilizadas para el Balanceo de la Dieta II

COMPUESTO	Prot	Gra	Azuc	Fibra	Cenizas	Fosf	Ca	Lis	Met.	Met+ cist	Trip	Arg
Salv. de Arroz	13.0	15.1	21.0	11.0	10.9	1.62	0.08	3.80	1.60	2.20	1.60	7.00
Harina de Carne	60.0	6.10	0.0	0.1	18.0	2.90	5.50	6.80	1.30	4.10	1.20	6.10
Banano Harina	4.8	1.20	20.0	4.0	6.2	0.10	0.2	-	-	-	-	-
Sal												
Premezcla Min												

Fuente: Manual de Alimentación de Peces. Jaramillo D. 1988

### 8.3 COMPOSICION DE LAS DIETAS CALCULADAS SEGÚN PEARSON MODIFICADO.

La Tabla 11 muestra la composición de la Dieta I calculada para la Cachama Blanca, comparada con las exigencias de Pacú, obteniéndose la cantidad de la proteína exigida para el alevinaje 30%, los niveles de extracto etéreo 9,13% se encuentran dentro del rango exigido; la fibra cruda 8.57%, responde a la necesidades requeridas; El Calcio y el Fósforo se encuentran por encima de los valores de exigencia 3.07% y 2.40% respectivamente y la energía digestible se encuentra por debajo del nivel exigido 2.402 Kcal.

La relación Ca/P (1.28%) se encuentra dentro del rango permisible (1-1.5%) exigido para la especie Pacú.

Tabla 11. Composición de la Dieta I calculada según Pearson Modificado

REQUERIMIENTOS	EXIGENCIA : PACU		CACHAMA BLANCA		COSTO US\$
	Mínima	Máxima	Calculo	R.Ca/P	
Proteína Bruta (%)	30.00		30.00		
Energía Dig. (Kcal)	2.800	3.200	2.402		
Extracto Etéreo (%)	4.00	10.00	9.13		
Fibra Cruda	4.00	10.00	8.57		
Calcio (%)	0.80	1.50	3.07	1.28	
Fósforo (%)	0.60	1.00	2.40		
Cenizas (%)			15.92		0.345

Fuente: Programa Pearson Modificado, Atencio V. 1997

La Tabla 12 muestra los ingredientes que se utilizaron en la fabricación de la Dieta I y los porcentajes de participación de cada ingrediente dentro de la dieta.



Tabla 12. Composición de la Dieta I Calculada según Pearson Modificado, el porcentaje de participación de los ingredientes en la Dieta y su costo

INGREDIENTES	Prefijar %	Participación %	Proteína Bruta			Energía Digestible		Extracto Etéreo		Fibra Cruda		Ca		P		Cenizas		Costo US\$
			Pre	Par	Ins (g/100g)	Par	Ins (g/100 g)	Par	Ins (g/100g)	Par	Ins (g/100g)	Par	Ins (g/100g)	Par	Ins (g/100g)	Par	Ins (g/100g)	
Salvado de Arroz		62.55		8.13	13.00	1.126	1.800	7.38	11.80	7.69	12.30	0.08	0.12	0.86	1.38	8.19	13.10	15.61
H. de Carne		36.45		21.87	60.00	1.276	3.500	1.75	4.80	0.87	2.40	3.00	8.22	1.54	4.22	7.73	21.20	12.81
Sal	0.90	0.90																0.1
Fosfato dicálcico																		
Pre. mix vit	0.10	0.10																0.6
Pre. mix min.																		
Total prefijado	1.00	100.00		30.00		2.402		9.13		8.57		3.07		2.40		15.92		34.5
Total para balancear	99.00		30.00	30.00														
Cifra a usar en Pearson	30.30																	
			13.00		29.70	63.19	62.55											
Cuadrado de Pearson				30.30														
			60.00		17.30	36.81	36.45											
					47.00	100.00	99.00											

Fuente: Programa Pearson Modificado, Atencio V. 1997.

La Tabla 13 presenta los requerimientos Máximos y Mínimos para el Pacú y hace una comparación con la Dieta II en la cual se nota que esta posee un buen nivel de proteína (24.48%) y puede ser utilizada para engorde de Cachama Blanca; el Extracto Etéreo 8.84% y la Fibra Cruda 8.83% se encuentra dentro de los rangos permitidos para el crecimiento de los peces, pero la energía digestible 2.413 Kcal se encuentra por debajo del mínimo exigido (2.800 Kcal) para el Pacú; la relación Ca/P (1.12%) se encuentra dentro del valor exigido para el Pacú

Tabla 13. Requerimientos Máximos y Mínimos del Pacú (*Piaractus mesopotamicus*) comparado con la Dieta II

REQUERIMIENTOS	EXIGENCIA : PACU		CACHAMA BLANCA		COSTO US\$
	Mínima	Máxima	Calcio	R.Ca/P	
Proteína Bruta (g/100g)	24.00		24.48		
Energía Dig (Kcal)	2.800	3.200	2.413		
Extracto Etéreo (g/100g)	4.00	10.00	8.84		
Fibra Cruda (g/100g)	4.00	10.00	8.83		
Calcio (g/100g)	0.80	1.50	2.19	1.12	
Fósforo (g/100g)	0.60	1.00	1.96		
Cenizas (g/100g)			14.34		1.319

Fuente: Programa de Pearson modificado, Atencio V., 1997

La Tabla 14 muestra los ingredientes que se utilizaron en la fabricación de la dieta II y los porcentajes de participación de cada ingrediente dentro de la dieta.

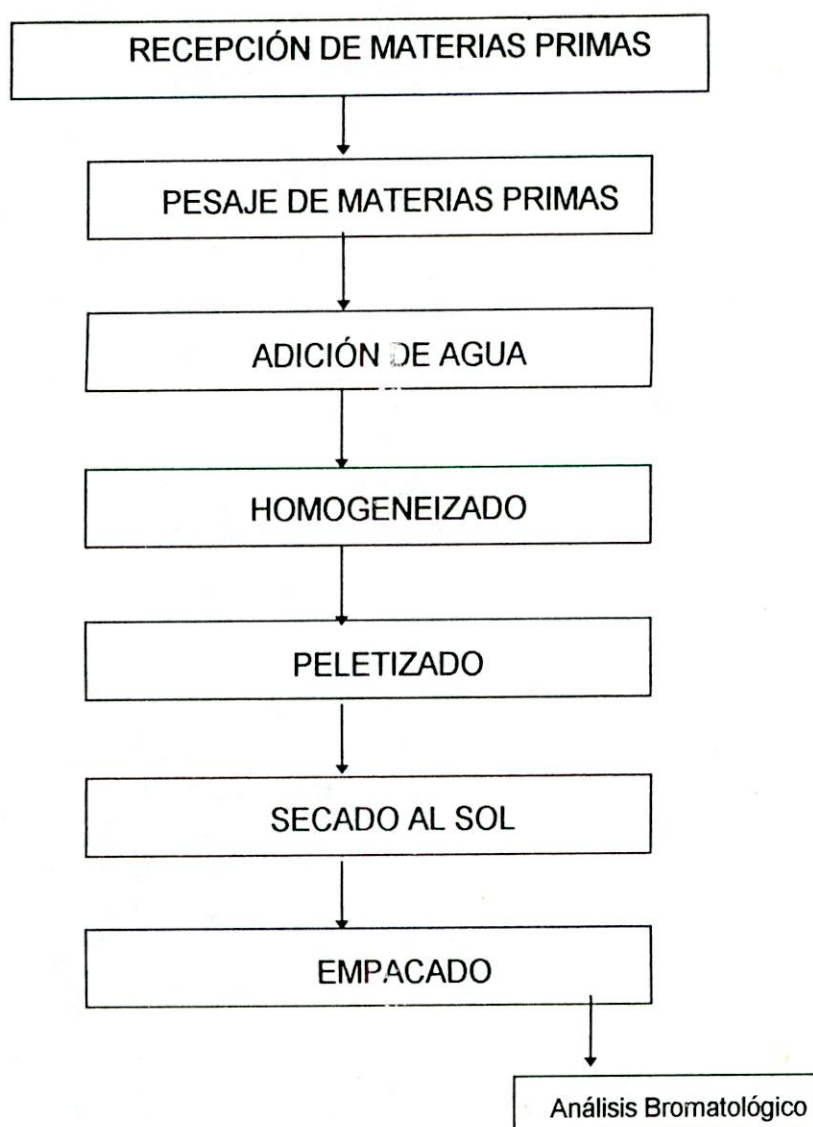
Tabla 14. Composición de la Dieta II Calculada según Pearson Modificado, presenta el porcentaje de participación de los ingredientes de la dieta y su costo

INGREDIENTES	Prefijar %	Participación %	Proteína Bruta			Energía Digestible		Extracto Etéreo		Fibra Cruda		Ca		P		Cenizas		Costo
			Pre	Par	Ins (g/100g)	Par	Ins (g/100 g)	Par	Ins (g/100g)	Par	Ins (g/100g)	Par	Ins (g/100g)	Par	Ins (g/100g)	Par	Ins (g/100g)	US\$
Salvado de Arroz		63.57		8.26	13	1.144	1.800	7.50	11.80	7.82	12.30	0.08	0.12	0.88	1.38	8.33	13.10	15.90
H. de Carne		25.43		15.26	60	890	3.500	1.22	4.80	0.61	2.40	2.09	8.22	1.07	4.22	5.39	21.20	8.90
H. de Banano	10.00	10.00	0.48	0.48	4.8	379	3790	0.12	1.20	0.40	4.00	0.02	0.20	0.01	0.10	0.62	6.20	1.00
Sal	0.9	0.9																
Fosfato dicálcico																		
Pre. mix vit	0.10	0.1																
Pre. mix min.																		
Total prefijado	11.0	100	0.48	24		2.413		8.84		8.83		2.19		1.96		14.34		31.90
Total para balancear	89		23.52	24.48														
Cifra a usar en Pearson	26.43																	
			13		33.57	71.43	63.57											
Cuadrado de Pearson				26.43														
			60		13.43	28.57	25.43											
					47	100	89											

Fuente: Programa Pearson Modificado, Atencio V. 1997.



#### 8.4 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ELABORACION DE LAS DIETAS



En la Tabla 15 se muestran los resultados Bromatológicos, además de los macros y micro-minerales presentes en la Dieta I, elaborada a partir de Harina de Carne, Salvado de arroz, Premezcla Vitamínica y Sal de Ganado.

Tabla 15. Análisis Bromatológico de la Dieta I, obtenida a partir de Harina de Carne, Salvado de Arroz, Premezcla Vitamínica y Sal de Ganado.

ANALISIS	NIVEL
Ph	6.03
Humedad(g/100g)	10.50
Cenizas (g/100g)	17.50
Grasa (g/100g)	6.50
Proteínas (g/100g)	30.98
Fibras (g/100g)	34.52
Sodio (mg/100g)	843.22
Potasio (mg/100g)	187.58
Cloruros (mg/100g)	No detectable
Calcio (mg/100g)	96.80
Magnesio (mg/100g)	58.08
Hierro (mg/100g)	70.32
Manganeso (mg/100g)	15.83
Cobre (mg/100g)	menor 0.041
Zinc (mg/100g)	47.02
Sulfato (mg/100g)	2.00
Fosf-sulf (mg/100g)	20.50

Fuente: Laboratorio Universidad del Magdalena

El Análisis Bromatológico de la Dieta I, confirma el porcentaje de proteína calculado por Pearson Modificado (30.98%), lo que indica la confiabilidad en el modelo.

La muestra presenta un alto porcentaje de fibra (34.52%), pero es normal para especies herbívoras como la Cachama.

El Sodio que se encontró en la muestra (843.22 mg/100 g), es un valor aceptado por los peces según Cho y Schell. 1980.

Según Cho y Schell. 1980, los peces requieren entre 50 y 10 mg de Hierro en el alimento; el valor en la dieta es de 70.32 mg.

El Zinc que se encontró 47.02 mg/100 g y lo permitido se encuentra entre 30 a 100 mg, Cho y Schell. 1980.

El Manganeso encontrado fue de 15.83 mg/100 g y el valor requerido para los peces está entre 20 y 50 mg Cho y Schell, 1980.

La Tabla 16 se presentan los Resultados Bromatológicos de la Dieta II; se confirmó el nivel de proteína calculado (24.48%) encontrándose un valor por encima (25.82%), este exceso pudo ser obtenido por la aplicación del banano.



Tabla 16. Análisis Bromatológico de la Dieta II, obtenida a partir de Harina de Carne, Salvado de Arroz, Premezcla Vitamínica, Guineo Maduro y Sal de Ganado

ANÁLISIS	RESULTADOS
Humedad (g/100g)	6.45
Cenizas (g/100g)	35.6
Proteínas (g/100g)	25.82
Grasa (g/100g)	6.43
CHO'S (g/100g)	25.94
Minerales	
Potasio (mg/100g)	6856.27
Sodio (mg/100g)	2522.24
Cobre (mg/100g)	3.03
Hierro (mg/100g)	13.57
Zinc (mg/100g)	3.02
Manganeso (mg/100g)	2.75

Fuente: Laboratorio de Química de la Universidad del Magdalena

El porcentaje de grasa obtenido en la dieta se encuentra dentro de los rangos permitidos para el Pacú (6.43%).

El Potasio encontrado fue de 6856,27 mg/100 g y lo permitido para los peces esta entre 1000 - 3000mg, según Cho y Schell, 1980. Este exceso puede producir en los peces stress en los peces y variar las condiciones osmóticas de los peces.

El Cobre encontrado fue de 3.03 mg/100 g y el requerimiento para los peces es de 1 a 4 g presentándose deficiencia que puede ocasionar manifestaciones de anemia en los peces, Soler, 1996.

El Hierro que se encontró fue de 13.57 mg/100 g y lo permitido es de 50 a 100 mg; el valor se encuentra muy bajo y su deficiencia produce anemia Micrositaria Hipocrónica (Steffen, 1987).

El Zinc que presento la Dieta II fue de 3.02 mg/100 g y el requerimiento para los peces está entre 30 y 100 mg. Su deficiencia produce mal crecimiento, y deformaciones en las aletas, Tación 1989.

El Manganeseo que se encuentra en la Dieta II es de 2.75 mg/100 g; el requerimiento para los peces es de 20 a 50 mg, su deficiencia puede producir en los peces mal crecimiento y aparecen cataratas, Tacon 1989.

**8.5.1 Importancia de las Proteínas en la Dieta:** Las proteínas son compuestos orgánicos muy complejos con alto peso molecular, en común con los carbohidratos y Lípidos sus elementos constitutivos son: Carbono (C), Hidrógeno (H) y Oxígeno (O), además, contiene alrededor de un 16% de Nitrógeno (N) y en ocasiones Fósforo (P) y Azufre (S).

La función de las proteínas son las siguientes:

- ✓ Reparación del tejido dañado y desgastado y formación de tejido nuevo.

- ✓ Suministrada en la dieta puede ser catabolizada y actuar como fuente de energía, o puede servir como sustrato para la formación de lípidos y carbohidratos en el tejido.
- ✓ La proteína en la dieta es requerida por el pez para la formación de hormonas, enzimas, formación de anticuerpos y hemoglobina.

Los elevados requerimientos proteínicos en la dieta para peces se atribuyen a sus hábitos alimenticios, carnívoros, omnívoros y el uso preferencial de la proteína dietética sobre los carbohidratos como fuente energética.

(Cowey, 1975). Los peces son capaces de obtener más energía metabolizable a partir del catabolismo de proteínas de los carbohidratos.

La Tabla 17 reporta los requerimientos proteínicos de algunos peces expresados como porcentaje de la Dieta Seca.

La Tabla 18, muestra el resumen de la información sobre los requerimientos de minerales de los peces según Cho Schell (1980).



Tabla 17. Requerimientos proteínicos de los peces (expresados como % de la dieta seca)

Especie	Requerimiento proteínico	Tamaño de clase 1/	Régimen de alimentación 2/	Sistema de cultivo	Referencia
PECES					
Oreochromis mossambicus	40	Cría	6%/pc/d	Bajo techo/tanque	Jauncey (1982)
Oreochromis niloticus	35	Alevín	15%/pc/d	Bajo techo/tanque	Santiago et al., (1982)
O. niloticus	28-30	Alevín/cría	6%/pc/d	Bajo techo/tanque	De Silva & Perera (1985)
O. niloticus	25	Cría	3.5%/pc/d	Bajo techo/tanque	Wang, Takeuchi & Watanabe (1985)
O. niloticus	35	Cría	4%/pc/d	Bajo techo/tanque	Teshima, Kanazawa & Uchiyama (1985)
O. niloticus	19-29	Juvenil	3%/pc/d	Cielo abierto/jaula	Wannigama, Weerakoon & Muthukumarama (1985) a/
O. niloticus/aureus híbridos	30	Engorda	2-2.5%/pc/d	Cielo abierto/estanque	Viola & Zohar (1984) b/
Oreochromis aureus	30	Cría	6%/pc/d	Bajo techo/tanque	Toledo, Cisneros & Ortiz (1983)
Oreochromis aureus	36	Cría	8.8%/pc/d	Bajo techo/tanque	Davis & Stickney (1978)
O. aureus	56	Alevín	20%/pc/d	Bajo techo/tanque	Winfree & Stickney (1981)
O. aureus	34	Cría	10%/pc/d	Bajo techo/tanque	Winfree & Stickney (1981)
Tilapia zilli	35	Cría	5%/pc/d	Bajo techo/tanque	Mazid et al., (1979)
T. zilli	35-40	Cría	4%/pc/d	Bajo techo/tanque	Teshima, González & Kanazawa (1978)
Cyprinus carpio	35	Engorda	5%/pc/d	Bajo techo/tanque	Jauncey, (1981)
C. carpio	34	Cría	Ad. Lib.	Bajo techo/tanque	Murai et al., (1985)
C. carpio	38	Cría	Ad. Lib.	Bajo techo/tanque	Ogino & Saito, (1970)
Ctenopharyngodon idella	41-43	Alevín	Frijo (7)	Bajo techo/tanque	Dabrowski, (1977)
Mugil capito	24	Cría	Ad. Lib.	Bajo techo/tanque	Papaparaskeva-Papoutsogiou & Alexis (1985)
Ictalurus punctatus	35	Engorda	Frijo (1-4%/pc/d)	Cielo abierto/jaulas	Lovell, (1972) g/
I. punctatus	29-42	Engorda	Frijo (1-4%/pc/d)	Cielo abierto/estanque	Prather & Lovell (1973) d/
I. punctatus	45	Engorda	Frijo (34-45Kg/ha/d)	Cielo abierto/estanque	Lovell, (1973) e/
I. punctatus	25	Engorda	Ad. Lib.	Bajo techo/tanque	Page & Andrews, (1973)
I. punctatus	36	Cría	3%/pc/d	Bajo techo/tanque	Garling & Wilson, (1976)
I. punctatus	25	Juvenil	Frijo (3-4%/pc/d)	Cielo abierto/estanque	Deyoe et al., (1968) f/
I. punctatus	25	Juvenil	Frijo (3-4%/pc/d)	Cielo abierto/estanque	Page & Andrews, (1973)
Alosa sapidissima	35	Juvenil/engorda	3%/pc/d	Bajo techo/tanque	Murai, Fleetwood & Andrews, (1979)
Pangasius sutchi	42.5	Cría	Ad. Lib.	Cielo abierto/tanque	Chuapoeunk & Pthisoong, (1985)
Pangasius sutchi	25	Alevín/cría	10%/pc/d	Bajo techo/tanque	

Fuente: Manual de Capacitación, Nutrición y Alimentación de Peces y Camarones Cultivados. Proyecto Aquilla II.  
Tacon, Albert 1989.

Tabla 18. Requerimiento de Minerales de los Peces

MINERAL	Requerimiento/kg alimento/seco
Calcio	5 g
Fósforo	7 g
Magnesio	500 mg
Sodio	1-3 g
Potasio	1-3 g
Azufre	3-5 g
Cloro	1-5 g
Hierro	50-100 mg
Cobre	1-4 g
Manganeso	20-50 mg
Cobalto	5-10 mg
Zinc	30-100 mg
Yodo	100-300 mg
Molibdeno	Vestigios
Cromo	Vestigios
Flúor	Vestigios

Fuente: Tomado de Cho y Schell (1980)

El Manual de Piscicultura Finca presenta la composición que se garantiza en el alimento concentrado que se vende (Tabla 19).

Tabla 19. Composición del alimento que vende Finca

FINCA MOJARRA	FINCA CACHAMA	Peces de Pequeños PRODUCTORES
Proteína Mínima 27.002	28.00	23.00
Grasa Mínima 3.001	3.50	3.00
Fibra Máxima 5.00	6.00	6.00
Cenizas Máxima 10.00	10.00	12.00
Humedad Máxima 12.00	12.00	12.00

Fuente: Manual de finca

Purina Colombiana S.A. produce mojarra 24 extrudizada, su Análisis Bromatológico garantiza lo siguiente:

Humedad Máxima	12.0 (g/100g)
Proteína Mínima	24.0 (g/100g)
Grasa Mínima	4.0 (g/100g)
Fibra Máxima	8.0 (g/100g)
Ceniza Máxima	10.0 (g/100g)

El nivel de proteína garantizado por Finca y Purina para el cultivo de Mojarra, Cachama y para peces de pequeños productores se encuentra por debajo de las dietas fabricadas.

Purina recomienda su dieta para mojarras que sean cultivadas en estanques con baja densidad de siembra (1 pez m<sup>2</sup>), con abonamiento, y de mediano a bajo recambio de agua.

**8.5.2 Importancia de los Minerales en la Dieta:** Los peces requieren minerales como factores esenciales para el metabolismo y el crecimiento. Una parte de estos minerales son absorbidos directamente del agua a través de las branquias. (Herper 1988), sostiene que es difícil determinar el requerimiento global de minerales de los peces, sin embargo, parece ser que los minerales absorbidos del agua no satisfacen el requerimiento total y es necesario cierto aporte complementario por medio de la dieta.



Los elementos necesarios para los procesos metabólicos de los peces se clasifican en tres grupos:

- ✓ **Estructurales:** Son todos importantes para la formación de los huesos (Calcio, Fósforo, Flúor y Magnesio). El Sodio y el Cloro son los principales electrolitos del plasma sanguíneo y el líquido extracelular, en tanto que el Azufre, Potasio y Fósforo son los principales electrolitos del líquido intracelular por lo tanto todos estos elementos son necesarios para la producción de los tejidos mencionados.
- ✓ **Respiratorios:** Son elementos importantes en la hemoglobina y por tanto en la transferencia de Oxígeno a la sangre (Hierro y Cobre).
- ✓ **Metabólicos:** muchos de los elementos mencionados participan en los procesos metabólicos, se requieren en menores cantidades y algunos en cantidades vestigiales.

La presencia de **CALCIO** es esencial para la actividad de algunas enzimas, son las que se encargan de la contracción muscular y la transmisión de los impulsos nerviosos. Los peces alimentados con el concentrado de las Dietas I y II, no presentaron síntomas de deficiencia de Calcio después de 60 días de cultivo. Fuente Dietética Harina de Carne.

**EL FÓSFORO** además de su aporte natural en los huesos, también es parte importante en el líquido intracelular y tiene una función esencial en la transformación de la energía en las células.

Los peces alimentados con el concentrado no presentaron signos de deficiencia. Fuente Dietética Salvado de Arroz (Tacón, 1989).

**EL MAGNESIO** también es un componente esencial de huesos cartílagos y del exoesqueleto de los crustáceos. También cumple con el papel en la activación enzimática al igual que el calcio estimula el músculo y la irritabilidad nerviosa juegan un papel importante en el metabolismo de Carbohidratos, Proteínas y Lípidos. La fuente dietética es el Salvado de Arroz.

**EL POTASIO** es uno de los elementos importantes para mantener las condiciones osmóticas, también participa al igual que el Calcio y el Magnesio en la excitabilidad del sistema nervioso. La Fuente de Potasio en la dieta es el Salvado de Arroz (Soler, 1996).

**EL SODIO** es el principal ion monovalente de los fluidos extracelulares. Es tan importante como el Potasio en la osmorregulación (Proyecto Aquilla II FAO 1989).

**EL CLORO** no se considera como limitante en las dietas, su inclusión hasta del 0.2% de Cloruro de Sodio activa como saborizante. Es el principal anión monovalente en los fluidos extracelulares, constituyen aproximadamente el 65% del total de aniones del plasma sanguíneo y otros fluidos extracelulares como el jugo gástrico. Fuente dietética Cloruro de Sodio.

**EL HIERRO** es un componente esencial de los pigmentos hemáticos y permite la fijación reversible del Oxígeno con la hemoglobina. La carencia de este elemento en la dieta produce Anemia Micrositaria Hipocrónica (Estefens, 1987).

**EL COBRE** es un elemento vestigial es utilizado en varios sistemas enzimáticos de oxidación, reducción como componente de la enzima cirulo plasmina (Ferrosidasa). Dosis alta de Cobre en el alimento puede ser tóxicas ocasionando una anemia ligera y deficiencias de esta provocan manifestaciones de anemia, ya que este elemento es necesario para la síntesis de la hemoglobina (Soler, 1996).

**EL ZINC** juega un papel vital en el metabolismo de los Lípidos, Proteínas y Carbohidratos ya que es un componente activo o cofactor de importantes sistemas enzimáticos; siendo activos en la síntesis y metabolismo de ácidos nucleicos (ARN) y proteínas (Tacón, 1989). Su deficiencia produce mal crecimiento y lesiones en aletas y piel. La fuente dietética es el Salvado de Arroz.



**EL MANGANESO** como cofactor es esencial en la formación de huesos regeneración de células sanguíneas, metabolismo de carbohidratos y el ciclo reproductivo. Cuando existen deficiencias se nota un mal crecimiento y aparecen cataratas. La fuente dietética es el Salvado de Arroz.

## 8.6 COSTOS

**8.6.1 Costos de la Dieta I.** Para la determinación del valor del kilogramo de concentrado se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

Tabla 20. Determinación del costo del kilogramo concentrado de la Dieta I

Materia Prima	Cantidad	Valor kg.	Valor Total
Harina de Carne (kg)	37.23	350	13030,5
Salvado de Arroz (kg)	62.77	250	15692,5
Sal de Ganado (kg)	0.900	70	63,0
Minaviar (kg)	0.100	60.000	6000
Mano Obra ½ jornal (\$)	0.5 jornal	6.000 jor	3000
Servicio Energía (\$)	2 H	200	400
Depreciación de Equipos (\$)			2.000
Concentrado Fabricado (kg)	100		40186.0
Valor concentrado (\$/kg)		40186	

Fuente: El Autor

**8.6.2 Costos de la Dieta II.** Para la determinación del valor del kilogramo de concentrado se tuvieron en cuenta los siguientes gastos:

Tabla. 21 Determinación del costo de producción del kg. de la Dieta II

<b>Materia prima</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Vr, kg</b>	<b>Valor total</b>
Harina de Carne (kg)	30.1	350	10535
Salvado de Arroz (Kg)	55.92	250	13980
Guineo Maduro (kg)	13.98	100	1398
Mano Obra Jornal (\$)	0.5	6.000	3000
Depreciación de Equipos (kg)			2000
Servicio de Luz (\$)	2H	200	400
Concentrado fabricado (Kg)	100		31313
Valor concentrado (\$/kg)		313.13	

*Fuente:* El Autor

## 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

✓ El Departamento de Córdoba posee un potencial agropecuario que puede ser aprovechado para fabricación de alimentos para peces. Entre los productos están:

- ✓ El Salvado de Arroz: 6.444.5 ton/año (1996)
- ✓ Salvado de Maíz: 12.274 Ton/año (1996)
- ✓ Harina de Carne: 300 Ton/año (1996)
- ✓ Harina de Yuca 20.000 Ton/año (1996)
- ✓ Plátano, Banano y Guayaba 149.506 Ton/año (1996)

✓ Los pequeños productores tienen la posibilidad de utilizar el residuo de algunos productos para la elaboración de dietas para peces como Cachama y Tilapia Nilótica desde los ochenta gramos en adelante hasta su cosecha.

✓ Las Dietas I y II contienen un alto nivel de proteínas 30.9 y 25.82% respectivamente.



- ✓ La Dieta I compite Nutricional y Bromatológicamente con las que fabrican Soya y Finca.
- ✓ La Dieta I reportó un nivel de proteína de 30.98% siendo esta mejor que la reportada por la Dieta II que fue de 25.82% de proteína.
- ✓ La Dieta I: con el nivel nutritivo (30.98%), que presenta se recomienda para cultivo con bajas densidades en las especies de Cachama Blanca, Negra y Tilapia Nilótica.
- ✓ La Dieta II: No presenta un buen nivel nutritivo; no se recomienda para pequeños productores por las deficiencias de Cobre, Hierro, Zinc y Manganeso, y por el exceso de Potasio.
- ✓ Se recomienda seguir investigando el mejoramiento de la Dieta II, realizada a partir de Harina de Carne, Salvado de Arroz, Banano Maduro y Premezcla Mineral.
- ✓ Se pueden experimentar otras dietas a partir de otros productos agrícolas y complementado con otras fuentes de proteína animal como la Harina de lombriz de tierra.

## BIBLIOGRAFÍA

- ATENCIO, G. Victor et al. Formulación de una Dieta Balanceada para Alevinos de Cachama Blanca (*Piaractus brachipomus* CUVIER, 1818), Trabajo realizado en Postgrado en Acuicultura aguas continentales - Instituto de Acuicultura de los Llanos (IALL) Universidad de los Llanos. Villavicencio 1977.
- CATELMO, O. A. Nutrição de Piexes e Aquicultura. En: HERNANDEZ, A. (De). Cultivo de *Colossoma*: Primera Reunión Grupo de Trabajo Técnico. Guadalupe, Bogotá. 1989. P.85-91.
- CHOW, K.W. y SCHELL, W.R. 1980. The minerals in aquaculture development and coordination programme, fish feed technology. pp 104-8. UMDP/FAO.
- CIAT. Internacional. 1988 Boletín Informativo de Yuca. Boletín 12 No.1 junio. ISSN - 0102. 1824.
- DIAS, T.C. et al. Alimentação de larvas de pacu (*Colossoma mitrie* BERG, 1985), con dietas naturales y artificiales. En: VI simposio Latinoamericano de Acuicultura y V Simposio en Brasil. de Acuicultura (Anuario). Santa Catarina, 1990. P 500-504.
- FAO: 1989. NUTRICION Y ALIMENTACION DE PECES Y CAMARONES CULTIVADOS. MANUAL DE CAPACITACION. 1989 PROYECTO AQUILA II PROGRAMA COOPERATIVO GUBERNAMENT, FAO, ITALIA BRASIL.
- FERRAZ DE LIMA, J.A. et al, Recomendações técnicas para a criação de pacu *Piaractus mesopotamicus* em viveiros. Red. Acuic. Bol.6 No.2 p.8-11.
- GOMEZ, S.Z. Nutrição e alimentação do piexes e crustáceos. Florianópolis, S.C. copia impresa en computador. 1977. 26 p.
- HERPHER, BALFOUR. 1988. Nutrición de Peces Comerciales en Estanques Grupo Noriega Editorial Colombia.

- INDERENA. 1989. La Cachama. Ensayos sobre Nutrición y Cultivo, Barranquilla abril  
BOLETÍN CIENTÍFICO, INPA No.3 Santafé de Bogotá, Editorial Unión Gráfica  
Ltda. pp.
- INPA. Boletín Estadístico Pesquero: 1995. Bogotá, INPA/MADR. 36 P.+anx.
- JARAMILLO M, DIEGO. 1988 Alimentación de Peces, Centro de Investigaciones Piscícolas  
Universidad de Caldas, Facultad de Veterinaria y Zootecnia, Manizales mayo.
- LARIOS, A. & MONCAYO M. Formulación y Evaluación de Dietas para *Colossoma  
macropomum* en omp. México. En: VI Simposio. Latinoamericano de  
Acuicultura y V Simposio Brasil - de Acuicultura. (Anuario). Santa Catarina,  
1990 p 323-336.
- MENTON, D.J. Research Considerations into the Nutrition of *Colossoma* and *Piaractus* in  
Relation to Culture Conditions En. HERNANDEZ, A. De Cultivo de *Colossoma*:  
Primera Reunión Grupo de Trabajo Técnico. Guadalupe, Bogotá. 1989. P.85-91.
- OLIVEIRA M. MIGUEL et al; 1993. Manual de Técnicas para Laboratorios de Nutrición  
de peces y crustáceos - ONU, México D.F.
- STEFFENS, W. 1987. Principios Fundamentales de la Alimentación de los peces:  
Zaragoza, España. 275 pp.
- TACON, A.G. Nutrición y Alimentación de Peces y Camarones Cultivados: Manual de  
Capacitación, 2 parte. Brasilia, FAO/GCP/RLA/102/ITA, 1989. P 175-318.
- TERRANOVA. 1995, Enciclopedia Ingeniería y Agroindustria. Tomo 5 Editores Terranova.
- WERNER STEFFENS, 1987. Principios Fundamentales de la alimentación de los peces.  
Editorial Acribia S.A Zaragoza (España), 275 p.
- VALENCIA, OSCAR. 1989. Cultivo Intensivo de Cachama Negra (*Colossoma  
macropomun*) Alimentada con una Dieta Semihúmeda Elaborada a partir de  
Pescado Fresco y Molido y Harina de Arroz. Inderena 56 p.

